



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCCIÓN PARA EL  
ENSAMBLE DE MOLINOS DE NIXTAMAL**

Jorge Manuel Roca Berreondo  
Asesorado por Inga. Miriam Patricia Rubio Contreras de Akú

Guatemala, septiembre de 2003

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCCIÓN  
PARA EL ENSAMBLE DE MOLINOS DE NIXTAMAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**JORGE MANUEL ROCA BERREONDO**  
ASESORADO POR ING. MIRIAM PATRICIA RUBIO CONTRERAS DE AKÚ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA SEPTIEMBRE DE 2003

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Alvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yasminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Hernán Leonardo Cortés Urioste
EXAMINADOR	Ing. Miriam Patricia Rubio Contreras de Akú
EXAMINADOR	Ing. Walter Leonel Ávila Echeverría
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco



# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>V</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	<b>VII</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>IX</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XI</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>XIII</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XV</b>
<b>1. MARCO TEÓRICO</b>	<b>1</b>
1.1 Diseño de un sistema	1
1.2 Control de la producción	1
1.3 Función del control de la producción	2
1.4 Elementos del control de la producción	4
1.5 Sistemas de producción	4
1.6 Descripción del producto	5
1.6.1 Características físicas del producto	5
1.6.2 Materias primas	5
1.6.3 Diseño de los productos	6
1.6.4 Especificaciones de los productos	6
1.6.5 Tipo de producción	7
<b>2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA</b>	<b>9</b>
2.1 Descripción del proceso de ensamble	9
2.1.1 Diagrama de flujo del proceso	9
2.1.2 Diagrama de operaciones del proceso	27
2.1.3 Descripción del diagrama de recorrido	30
2.2 Descripción de máquinas y equipo	33

2.3 Análisis de la forma como se controla la producción actualmente	33
2.4 Características del personal requerido	34
<b>3. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCCIÓN PARA EL ENSAMBLE DE MOLINOS DE NIXTAMAL</b>	<b>39</b>
3.1 Qué se controla y cómo se hace	39
3.2 Determinación de la demanda	39
3.2.1 Volúmenes de venta	40
3.2.2 Tipo de demanda	42
3.3 Sistema numérico para elaborar los pronósticos de producción	43
3.3.1 Método para pronosticar	42
3.3.2 Selección del método adecuado	42
3.3.3 Pronósticos de producción	43
3.3.4 Tiempo requerido para la producción	46
3.4 Balance de líneas	51
3.4.1 Procedimientos para balancear la línea	53
3.4.2 Balance con ritmo de producción	53
3.4.3 Tiempo efectivo de trabajo	55
3.4.4 Número de estaciones de trabajo de la línea	56
3.4.5 Número de estaciones de trabajo por operación	56
3.5 Establecimiento de estándares	58
3.6 Evaluación del desempeño	60
3.7 Herramientas de control	61
3.8 Aplicación de las herramientas de control	62
3.9 Tipo de control para la producción que se utilizará	62
3.9.1 Control anticipado	63
3.9.2 Control ocurrente	63

3.9.3 Control retroalimentado	63
<b>4. IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCCIÓN</b>	<b>65</b>
4.1 Plan de producción	65
4.2 Planeación agregada	65
4.3 Calendarización de la producción	66
4.4 Materiales requeridos	69
4.5 Mantenimiento preventivo	71
<b>5. SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN</b>	<b>73</b>
5.1 Evaluación del rendimiento	73
5.2 Reportes de producción	73
5.3 Verificación de los planes de producción	74
5.4 Acciones correctivas	74
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>77</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>79</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>81</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>83</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

No.	FIGURAS	Página
1.	Diagrama de flujo del proceso	15
2.	Diagrama de operaciones del proceso	28
3.	Circuito de recorrido del proceso	32
4.	Gráfica de ventas reales	47
5.	Gráfica de ventas agrupadas	48
6.	Partes del molino de 2 y 4 discos de bushing y cojinete	83
7.	Diagrama hierro – carbono	84
8.	Molino de nixtamal J. A. Ramírez	85
9.	Plano de la empresa	86
10.	Hoja de reporte semanal	87
11.	Solicitud de empleo	88
12.	Prueba de conocimiento	89

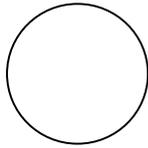
### TABLAS

I.	Descripción del proceso	10
II.	Maquinados que llevan las piezas	30
III.	Ventas reales de los molinos de nixtamal	41
IV.	Mejor pendiente	49
V.	Pronósticos de riesgo	50
VI.	Balance de líneas	57
VII.	Estaciones de trabajo recomendadas	58
VIII.	Matriz de producción	67
IX.	Materiales requeridos para producir un batch	69



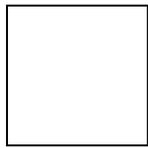


## LISTA DE SÍMBOLOS



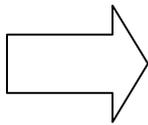
### **Operación**

Ocurre cuando una actividad se transforma intencionalmente para un fin determinado.



### **Inspección**

Tiene lugar cuando una actividad se somete a examen, para determinar su conformidad de acuerdo con una norma estándar.



### **Transporte**

Se utiliza cuando el producto en proceso tiene algún traslado mayor de 1 metro.



## GLOSARIO

<b>Balance de líneas</b>	Es el análisis de las líneas de producción y consiste en que la materia prima se mueva a un ritmo uniforme; su objetivo es eliminar los cuellos de botella en el proceso.
<b>Barrenado</b>	Acción por la cual se le abrirá agujeros a una pieza.
<b>Batch</b>	Conjunto de unidades producidas, sobre la cual se tendrá control.
<b>Cepillado</b>	Acción por la cual se desgastara la pieza para darle medidas requeridas.
<b>Demanda</b>	Cantidad de unidades requeridas para la venta.
<b>Diagrama de flujo del proceso</b>	Descripción de las actividades que se realizan para la fabricación de un producto.
<b>Diagrama de operaciones del proceso</b>	Descripción de las actividades operacionales de un producto, sin tomar en cuenta movimientos y demoras de la materia prima.
<b>Esmerilado</b>	Acción de rayar un objeto con una piedra ferruginosa de color pardo y dura.
<b>Familia de curvas combinadas</b>	Es cuando la proyección de ventas manifiesta cierto ciclaje y crecimiento en el tiempo.
<b>Maquinado</b>	Acción de transformar una pieza en estado bruto a una pieza con forma y medidas específicas.
<b>Nixtamal</b>	Maíz precocado con agua y cal listo para procesarse.
<b>Plan de producción</b>	Apunte escrito que expone, de una manera específica, cómo se tiene que realizar la fabricación del producto.

<b>Pronóstico</b>	Acción donde se proyectan las ventas futuras por medio de métodos matemáticos, estadísticos y gráficos.
<b>Roscado</b>	Acción de crearle una rosca a una pieza.
<b>Sistema de producción</b>	Acción de planificar una unidad compleja y convertirla en muchas unidades simples, para mantener la línea de producción trabajando.
<b>Soldar</b>	Acción de unir dos piezas del mismo material con soldadura eléctrica o autógena.
<b>Disponibilidad</b>	Cantidad de materias primas, que se tienen que tener para su transformación en producto terminado
<b>Taller de torno</b>	Lugar en el cual se trabaja con equipo de torno, fresadora, esmeriles, temple, barrenado, cepillo y soldadura.
<b>Templado</b>	Acción transformar la estructura molecular de un material para darle dureza.
<b>Torneado</b>	Acción de darle forma a una pieza en el torno.

## **RESUMEN**

El objetivo principal del diseño de un sistema de control de producción, para el ensamble de molinos de nixtamal, es el manejo eficiente de la línea de ensamblaje.

Es un proceso de maquinado, donde se llevan a cabo las siguientes actividades: taladran, sueldan, tornean, esmerilan y cepillan las piezas para que posteriormente se ensamblen. El propósito del ensamblaje es el armado de los molinos y su preparación para la venta, que se hace por medio de una línea eficiente de producción.

Este proceso se torna de interés capital en el presente trabajo, por tratarse de un producto diseñado y fabricado por guatemaltecos, que satisface las necesidades de ciertos grupos urbanos, así como también diferentes grupos rurales. Con dichos molinos, se procesa el nixtamal que luego se convierte en masa para fabricar las tradicionales tortillas guatemaltecas.

Con base en los pronósticos de venta, se realiza una estimación de la cantidad de molinos requeridos por el mercado, con cuyos datos posteriormente se solicitará a la empresa que se subcontrata, para realizar el ensamblaje, que establezca si cuenta con la disponibilidad de tiempo necesario para maquinar y ensamblar las unidades, que se requieren para mantener una disponibilidad en las diferentes épocas del año.



## OBJETIVOS

- **General**

Elaborar un programa general para el control de la producción de maquinaria artesanal no tradicional de fabricación guatemalteca, que permita mejorar la situación actual de la empresa, con el objeto de mejorar la calidad, el manejo adecuado de las materias primas, y la optimización de las distintas estaciones de trabajo.

- **Específicos**

1. Analizar la situación general de la empresa.
2. Describir las características del personal requerido, para saber con qué fuerza laboral se cuenta y capacitarla, de tal manera que cumpla con los perfiles deseados.
3. Analizar las estaciones más lentas de trabajo, para mejorarlas y de esta manera aumentar la productividad.
4. Proponer la forma más adecuada para darle seguimiento y control al sistema propuesto.



## INTRODUCCIÓN

En el actual mundo de alta competitividad, es necesario implementar en las empresas que se dedican a la fabricación de maquinaria artesanal, no tradicional, una cultura empresarial orientada a la optimización de recursos, a la obtención de diseños y sistemas de producción eficaces, y al reclutamiento de personal calificado, para lograr de esta forma la plena satisfacción de los clientes.

Los molinos de nixtamal juegan un papel importante en nuestra economía, en virtud de que con éstos se realiza un proceso de transformación del maíz, para la elaboración de las tortillas, que a diario consumimos los guatemaltecos como base de nuestra alimentación.

El diseño de un sistema de control de producción, para el ensamble de molinos de nixtamal, se realizó en el taller de torno y fresado Aceros Aroche, que es subcontratado por la empresa matriz J. A. Ramírez, cuya función es fundir las distintas piezas. Al taller son llevadas las piezas en estado bruto para su transformación en molinos.

En el presente trabajo, se diseñó un sistema de ensamblaje que permite la optimización de los tiempos, para contar con los insumos necesarios en el ensamble de molinos de nixtamal; con base en pronósticos de venta, se realizó una estimación de la demanda del producto en el mercado.



# **1. MARCO TEÓRICO**

## **1.1 Diseño de un sistema**

Diseñar un sistema, según James H. Greene, es: “Idear y planear mentalmente una unidad compleja de muchas partes diversas, para ejercer una influencia moderadora o directora en la fabricación de mercancías”.

El sistema de producción empleado por el taller de torno y fresado refleja su modo de producción. En Aceros Aroche, se emplea un sistema de producción por pedidos previos que depende de la capacidad instalada en la empresa matriz J. A. Ramírez, que es una industria que proporciona los insumos necesarios para el maquinado y armado de los molinos de nixtamal, la cual tiene en Guatemala patentada la marca “Molinos de Nixtamal J. A. Ramírez”.

El punto de estudio es el diseño de un sistema de producción en línea, el cual puede definirse como un control de ritmo o desarrollo de la producción de un proceso a otro.

## **1.2 Control de la producción**

El control de la producción es un conjunto de acciones que incluye: planificar, programar, ejecutar y controlar la producción de una empresa, para producir, no sólo en la cantidad correcta, sino con la calidad adecuada, en el tiempo preciso y con la máxima rentabilidad.

En otros términos, el control de la producción es un conjunto de técnicas, que permite visualizar las respuestas para las siguientes interrogantes: ¿cuánto se va a producir?, ¿cuándo se va a producir?, ¿cómo se va a producir?, ¿con qué se va a producir? Además, ayuda a medir la producción respecto a las cantidades de producto y el tiempo utilizado, así como a comparar los logros reales con los deseados.

En la actualidad, la planificación es elaborada en forma empírica; se relaciona con las exigencias del mercado, que actualmente son 60 molinos por mes.

La programación tiene relación con el proceso de maquinado, por el hecho de que se depende directamente de este proceso, debido a que tienen que estar disponibles todas las piezas, para que de esta manera, se pueda seguir con la operación de ensamblado, en la cual se trabaja con 3 operarios y 3 ayudantes, que tienen una capacitación multifuncional y trabajan en jornada ordinaria diurna.

La ejecución del ensamble es de forma manual, para lo cual es necesario el ajuste de piezas, para que se cumpla con los estándares de calidad requeridos.

La etapa de inspección, en el ensamble de los molinos de nixtamal, se realiza en forma visual y el ajuste de las piezas, manualmente.

### **1.3 Funciones del control de la producción**

Entre las funciones más importantes del control de la producción, se pueden mencionar las siguientes:

- a) Pronosticar la cantidad de producto que se demandará durante cierto período de tiempo.
- b) Fabricar la cantidad adecuada de producto, para poder satisfacer la demanda.
- c) Proporcionar la información precisa para la corrección de posibles retrasos y dificultades.
- d) Coordinar las adquisiciones de materiales
- e) Relacionar los pedidos de los clientes y los plazos de entrega, con la capacidad de producción que se tiene en cada momento.
- f) Proporcionar instrucciones de fabricación, con el fin de garantizar la adopción de todas las medidas precisas, y así completar los pedidos en las fechas especificadas.
- g) Definir cómo y con qué se elaborará la cantidad de producto pronosticado para el período de tiempo determinado.
- h) Elaborar y controlar los inventarios de materia prima y de producto terminado.

## **1.4 Elementos del control de la producción**

Los sistemas de control de la producción están formados por un conjunto de elementos de producción, que coadyuvan al proceso para modificar la entrada de materia prima y la salida de producto terminado, mediante la ayuda de técnicas y procedimientos matemáticos, gráficos, estadísticos, etc., para solventar cualquier problema que se presente en el proceso productivo, y maximizar el valor creado. Es importante considerar las siguientes acciones:

- Determinar cuándo y qué se debe ejecutar en la producción
- Se calcula la fecha de comienzo y de terminación de cada actividad en el proceso de fabricación, de tal manera que se pueda cumplir con la fecha de entrega planificada.
- Asignación de cantidades de trabajo a cada máquina y cada operario, además de un tiempo para cada actividad en el proceso.

## **1.5 Sistemas de producción**

Su función básica es planear una unidad compleja en muchas partes simples, para mantener la línea de producción que funcione de una manera eficaz, con una regencia moderadora para la fabricación. La lógica es empleada para resolver o tomar decisiones de interés, que tiene por objeto la coordinación de las instalaciones, para poder sacar al mercado un producto a su debido tiempo y con un costo óptimo.

## **1.6 Descripción del producto**

El molino de nixtamal J. A. Ramírez es una máquina mecánica fabricada en Guatemala, que funciona con base en una fuerza motriz, ya sea esta eléctrica o de combustión, que sirve para triturar y moler el maíz precocido. Con la masa que se obtiene, se fabrican las tradicionales tortillas, tamales y atoles.

### **1.6.1 Características físicas del producto**

Los molinos de nixtamal J. A. Ramírez tienen una capacidad de producción de 4 quintales de nixtamal por hora. El diseño utiliza 2 discos trituradores.

Está fabricado de hierro fundido, así como de hierro dulce. En este proceso, se utilizan aleaciones que tienen durabilidad y resistencia a los distintos ambientes, ya que la fundición es de la más alta calidad, y tiene un porcentaje de 2% de carbono (ver anexo No. 2. Diagrama hierro carbono)

### **1.6.2 Materias primas**

Las materias primas que se van a utilizar son hierro colado y varillas de acero dulce. El hierro colado, por lo general, es extraído de motores de combustión interna en mal estado y de algunas piezas de chatarra que lleguen a la fundidora, la cual es la encargada de fundir las distintas piezas, que luego serán llevadas a Aceros Aroche, para el maquinado y ensamblado respectivo. Los distintos insumos que se utilizan son comprados con fabricantes locales. (Para ver detalles de estos insumos, se recomienda ver capítulo 4 sec. 4.4 materiales requeridos).

### **1.6.3 Diseño del producto**

Para el diseño de los molinos de nixtamal, se utilizó el modelo de molino marca Durango de fabricación mexicana, el cual se encuentra descontinuado en el mercado de ese país. Se utilizó el similar fabricado por J. A. Ramírez (ver anexo No. 1. piezas del molino y anexo No. 3. modelo del molino de nixtamal marca J. A. Ramírez), el cual cumple la función de quebrantar el nixtamal para convertirlo en masa a una velocidad de 6.66 libras por minuto, para satisfacer las necesidades del mercado nacional.

### **1.6.4 Especificaciones del producto**

Actualmente el producto es de alta durabilidad, debido al contenido aproximado de carbono del 2% en el acero utilizado para la fabricación de todas las piezas fundidas que lleva el molino (ver diagrama hierro carbono figura 7). También se puede mencionar la estandarización de los discos para los molinos, que son compatibles con las diferentes marcas que existen en el mercado, por lo que la pieza que en algún momento pueda dañarse puede ser sustituida fácilmente, dado que la empresa cuenta con amplia disponibilidad de repuestos.

### **1.6.5 Tipo de producción**

El tipo de producción se establece con base en los pronósticos de ventas que tiene la empresa. La producción para el ensamble de molinos es continua, lo que quiere decir que se tiene una uniformidad en cuanto a los flujos de seguimiento de las piezas del molino, y no existe otro producto que se esté realizando a la vez. Los lotes o batch se realizan en serie, lo que significa que se fabrican las piezas con las mismas características y calidad, en un determinado tiempo pero, para este producto en especial, se empieza a ensamblar el molino, hasta cuando la totalidad de las piezas se encuentran terminadas, con lo cual se obtienen los siguientes beneficios: la reducción de los costos de producción, de almacenaje y de mano de obra, así mismo, la satisfacción de las necesidades de los clientes, la mejora del nivel de vida de los empleados y el cumplimiento de las normas legales.



## **2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA**

### **2.1 Descripción del proceso de ensamble**

En el proceso de ensamble de molinos de nixtamal, se realizó el diagrama de flujo del proceso, el que se utiliza para detallar un conjunto de ensambles complejos; su fin es lograr economía en la fabricación o en los procedimientos aplicables a un componente en particular. Este diagrama es útil para observar costos ocultos, generalmente asociados a las distancias recorridas.

Además de registrar las operaciones y las inspecciones, el diagrama de flujo muestra todos los traslados y retrasos por almacenamiento, con los que se encuentra la materia prima en vía de transformación al producto final. La descripción del proceso y su relación con el diagrama de flujo se puede observar en la tabla I y en los diagramas de flujo del proceso, ya que en ellos se detallan las operaciones, inspecciones y transporte de los distintos insumos para obtener los molinos de nixtamal. Los diagramas se realizaron en forma independiente, lo que permite su fácil interpretación, pero cabe destacar que después de que las piezas son terminadas y temporalmente llevadas a la bodega de producto terminado, se realiza el ensamble, masillado y pintado de los molinos.

Para las operaciones, se utiliza distinta maquinaria para darle a las piezas las medidas necesarias, entre ellas torno, esmeriles, fresadoras, talados, equipo de soldadura, machuelos para rosca, cepillos, limatones y hornos para templado, y así se obtienen las piezas listas para el ensamble. La inspección es visual y mantienen un patrón para las piezas; el transporte es manual y se

llevan todas las piezas a la bodega de producto terminado (bpt) para su posterior ensamble.

**Tabla I. Descripción del proceso**

<b>Pieza</b>	<b>Descripción</b>	<b>Operaciones necesarias</b>	<b>Tiempo en minutos</b>	<b>Distancia en metros</b>
Pata	Base que sujeta todo el molino	Esmerilado Torneado Roscado Taladrado Inspección Transporte BPT	15 120 30 15 1	25
Chumacera	El sujetador del eje, en su parte interior, va insertado el buje de bronce para la rotación del sistema.	Esmerilado Torneado Roscado Taladrado Inspección Transporte BPT	12 11 4 4.5 1	25
Culata	Sujetador de la guía para el sostenimiento del sistema mecánico.	Esmerilado Torneado Roscado Taladrado Inspección BPT	15 120 30 15 0.25	
Cajita con municiones	Sirve para el funcionamiento de rotación del sistema en el momento de graduar los discos.	Esmerilado Taladrado Inspección BPT	18 4 1	

Continúa

<b>Pieza</b>	<b>Descripción</b>	<b>Operaciones necesarias</b>	<b>Tiempo en minutos</b>	<b>Distancia en metros</b>
Tejos	Se utilizan en la rotación del sistema; al igual que la cajita de municiones, sirve en la rotación para graduar los discos quebrantadores.	Esmerilado Templado Inspección Transporte BPT	1.02 3 0.75	25
Cabezote	Se utiliza para el sostenimiento de las tolvas, y del gusano. Es donde principia el proceso de transformación del nixtamal en masa.	Esmerilado Torneado Roscado Taladrado Inspección Transporte BPT	7.8 10.2 6 4.98 0.75	25
Disco de 5 aletas	Se utiliza para quebrantar el nixtamal y convertirlo en masa de distintos grosores.	Esmerilado Torneado Taladrado Inspección Transporte BPT	1.8 4.98 1.92 0.4	25
Eje	Es el que da el movimiento rotativo a todo el sistema	Cepillado Inspección Transporte BPT	122 1	25
Tope	Se utiliza para sostener el juego de las poleas	Esmerilado Torneado Roscado Taladrado Inspección Transporte BPT	4.98 7.2 3 3 0.75	25

Continúa

<b>Pieza</b>	<b>Descripción</b>	<b>Operaciones necesarias</b>	<b>Tiempo en minutos</b>	<b>Distancia en metros</b>
Tolva de lámina.	Ésta sirve como depósito del nixtamal para ser convertido en masa.	Soldado Inspección Transporte BPT	19.5 2	25
Poleas	Son las que se utilizan para darle movimiento rotativo al molino. Éstas irán en pares; una estará loca y la otra fija, con lo que se logra que el molino se detenga cuando sea necesario.	Esmerilado Torneado Roscado Taladrado Inspección Transporte BPT	5.52 30 6 6 1.75	25
Muñeco trasero	Es el que sirve para sostener el sistema pasa fajas en la parte trasera.	Esmerilado Taladrado Inspección Transporte BPT	12 6 0.75	25
Muñeco Delantero	Al igual que el muñeco trasero, sirve para sostener el sistema pasa fajas en la parte delantera.	Esmerilado Taladrado Limado Inspección Transporte BPT	7.2 4.98 7.98 0.75	25

Continúa

<b>Pieza</b>	<b>Descripción</b>	<b>Operaciones necesarias</b>	<b>Tiempo en minutos</b>	<b>Distancia en metros</b>
Plato cuadrado	Se utiliza para sostener los discos repasadores. No tiene ningún movimiento y se puede decir que es el complemento del cabezote.	Esmerilado Torneado Roscado Taladrado Inspección Transporte BPT	6 15.6 6 3 1	25
Perilla	Sirve para sostener las tolvas con el cabezote y el plato cuadrado.	Roscado Taladrado Inspección Transporte BPT	15 120 0.75	25
Tornillo de perilla	Es el complemento de la perilla, y su función es la misma que la de la perilla.	Esmerilado Rosado Taladrado Inspección Transporte BPT	13.2 9 3 1	25
Tornillo con volante	Se utiliza para dar la medida entre los discos de corte. Esta medida es la que define el grosor de la masa de nixtamal.	Roscado Taladrado Inspección Transporte BPT	22.8 7.68 2	25
Buje de bronce	Sirve en el sistema giratorio con el eje, y va en el interior de la chumacera.	Torneado Inspección Transporte BPT	13.5 2	25

Continúa

<b>Pieza</b>	<b>Descripción</b>	<b>Operaciones necesarias</b>	<b>Tiempo en minutos</b>	<b>Distancia en metros</b>
Palanca para pasa faja	Se utiliza como soporte para pasar la faja.	Soldado Inspección Transporte BPT	19.5 1	25
Pasa faja	Su función específica es pasar la faja de la polea que está loca, a la polea que da movimiento al sistema mecánico del molino de nixtamal.	Soldado Inspección Transporte BPT	46.2 2	25
Plato redondo	Es el sujetador de los discos repasadores y quebrantadores.	Esmerilado Torneado Taladrado Inspección Transporte BPT	7.2 15 13 2	25
Crucero	Es una cruz que sirve de transmisión al sistema.	Esmerilado Torneado Inspección Transporte BPT	9 4.98 2	25
Gusano	Succiona el nixtamal en el momento de ser procesado por el molino.	Soldado Inspección Transporte BPT	30 3	25
Tolva de aluminio	Es la base de la tolva de lámina.	Taladrado Inspección Transporte BPT	6 2	25

BPT = Bodega de Producto Terminado

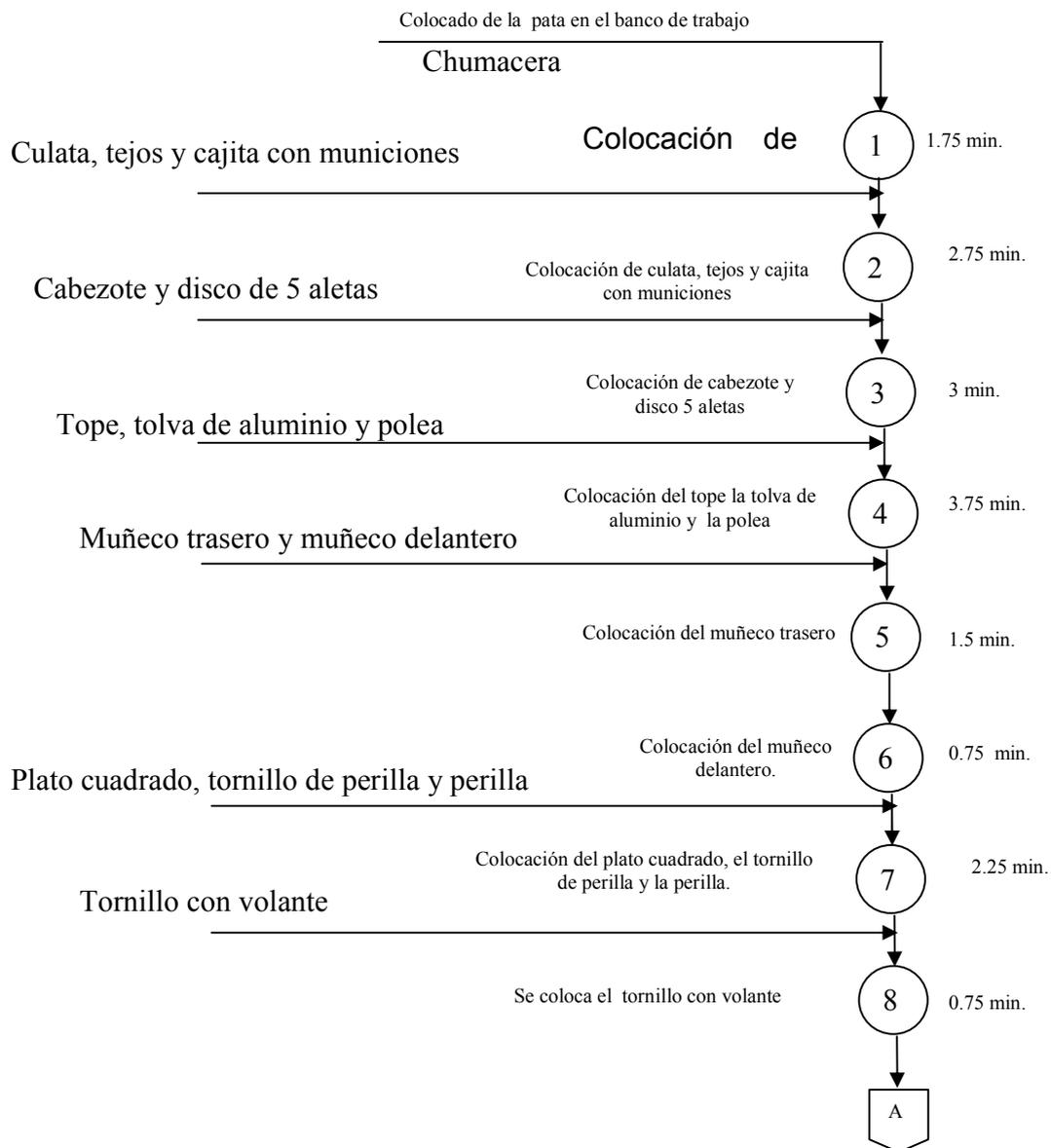
### **2.1.2 Diagrama de operaciones del proceso**

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones e inspecciones, con sus respectivos tiempos, que se utilizan en el proceso de fabricación, desde la llegada de la materia prima, hasta que el producto es terminado. Se utiliza para verificar las operaciones en la línea de producción; para este proceso en particular, se visualizarán únicamente las operaciones en la estación de armado, ya que de hacer un diagrama con todos los procesos y con sus respectivas operaciones, como se pudo observar en el diagrama de flujo, podría tornarse tedioso e incomprensible para el lector. El diagrama de operaciones inicia y termina en la bodega de producto terminado, que es donde funciona la estación de armado y es el lugar donde el producto es retirado hacia la empresa matriz.

A continuación, se indicará la secuencia del proceso con sus actividades y el tiempo requerido: colocación de la pata 4.5 minutos; se pone la chumacera en un tiempo de 4.8 minutos; se colocan la culata la cajita de municiones y tejos con un tiempo de con un tiempo de 8.18 minutos; se instala el cabezote y el disco de 5 aletas, en un tiempo de 3.2 minutos. El tope, la tolva de lámina y la polea se instalan en un tiempo de 7.23 minutos. Luego se pone el muñeco trasero en 2.25 minutos. El muñeco delantero se instala en 1.23 minutos. Se instala el plato cuadrado, el tornillo de perilla y la perilla en 4.25 minutos. Luego se coloca el tornillo con volante en 2.56 minutos. Se pone el buje de bronce y la palanca pasa faja en un tiempo de 3.50 minutos. Se coloca la grasera, y la pasa faja en 4.50 minutos. Se instalan el plato redondo el crucero, el gusano, la tolva de aluminio y el cojinete 12 minutos. Y se ajustan en 4.5 minutos, se enmasillan en 22 minutos. Y finalmente se pintan en 24 minutos.

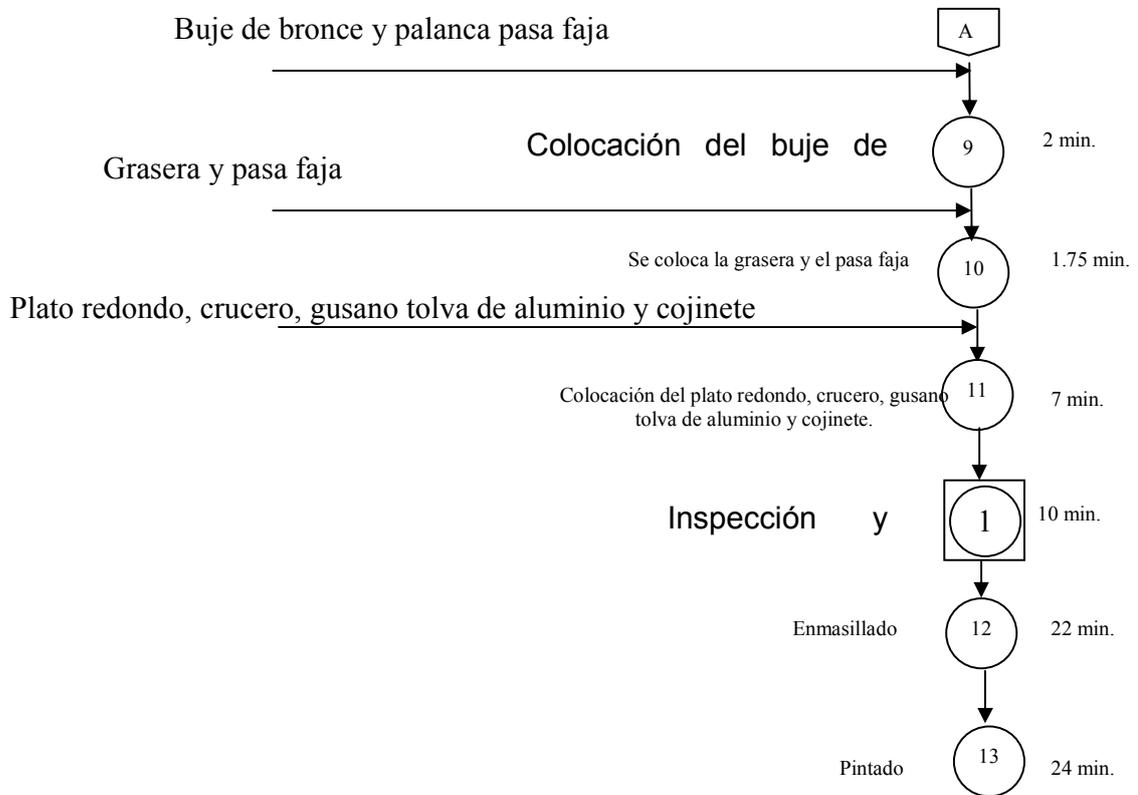
**Figura 2. Diagrama de Operaciones del proceso**

<b>Diagrama de operaciones del proceso</b>	
<b>Identificación:</b> proceso de ensamble.	
<b>Inicia:</b> Bodega de producto terminado	<b>Finaliza en:</b> Bodega de producto terminado.
<b>Método:</b> Actual	
<b>Analista:</b> Jorge Manuel Roca Berreondo	
<b>Fecha:</b> 22 de Julio de 2002	hoja 1/2



Continúa

<b>Diagrama de operaciones del proceso</b>	
<b>Identificación:</b> proceso de ensamble.	
<b>Inicia:</b> Bodega de producto terminado	<b>Finaliza en:</b> Bodega de producto terminado.
<b>Método:</b> Actual	
<b>Analista:</b> Jorge Manuel Roca Berreondo	
<b>Fecha:</b> 22 de Julio de 2002	hoja: 2/2



RESUMEN	SÍMBOLO	CANTIDAD	TIEMPO
OPERACIÓN	○	13	74.00 min.
COMBINADA	◻○	1	12.00 min.
TOTAL			86 min. / unidad

### 2.1.3 Descripción del diagrama de recorrido

El molino de nixtamal está formado por 26 piezas (ver figura 8), a las cuales se les tienen que realizar los siguientes trabajos de maquinado: esmerilado, torneado, cepillado, roscado, soldado, barrenado, limado y templado. No todas las piezas se someten a la totalidad de los procesos; algunas solo se tornean y se cepillan; otras se sueldan, y otras se barrenan. El objeto del diagrama de recorrido es que se tenga una idea clara del movimiento que tiene la materia prima durante el proceso. Dado que para efectos de indicación del movimiento, el diagrama es demasiado extenso, sólo se realizará una síntesis de los distintos trabajos que lleva cada pieza (ver tabla II), además, se podrá observar, en el circuito de recorrido, el movimiento que tiene la materia prima empezando en el orden que se tiene en la tabla II. Asimismo se puede observar en el anexo No. 4, el plano de la fábrica, que permite conocer la ubicación de las distintas estaciones de trabajo, que permite conocer los diferentes movimientos de la materia prima.

**Tabla II. Trabajo de maquinado que llevan las piezas**

		PIEZA	ESMERILADO	TORNEADO	CEPILLADO	ROSCADO	SOLDADO	BARRENADO	LIMADO	TEMPLADO
A	1	PATA	*	*	*			*		
B	2	CHUMACERA	*	*		*		*		
C	3	CULATA	*	*		*		*		
D	4	CAJITA CON MUNICIONES		*				*		
E	5	TEJOS	*							*
F	6	CABEZOTE	*	*		*		*		
G	7	DISCO DE 5 ALETAS	*	*				*		

MASILLADO DE MOLINOS
PINTADO
ARMADO CON DISCOS
Y ENGRASADO

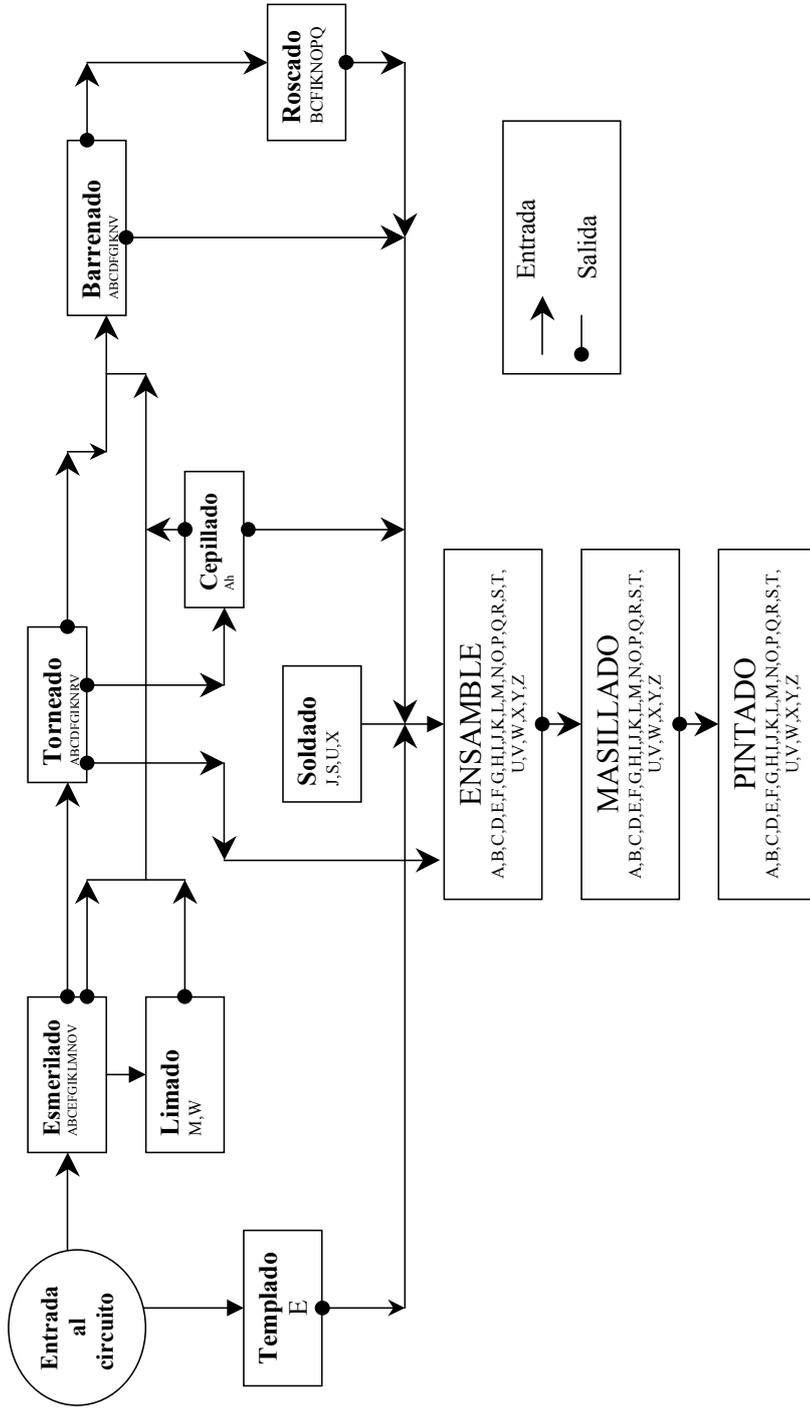
Continúa									
H	8	EJE			*				
I	9	TOPE	*	*		*		*	
J	10	TOLVA DE LÁMINA					*		
K	11	POLEA	*	*		*		*	
L	12	MUÑECO TRASERO	*					*	
M	13	MUÑECO DELANTERO	*					*	*
N	14	PLATO CUADRADO	*	*		*		*	
O	15	PERILLA	*			*		*	
P	16	TORNILLO DE PERILLA				*		*	
Q	17	TORNILLO CON VOLANTE				*		*	
R	18	BUSHING DE BRONCE		*					
S	19	PALANCA PARA P. FAJA					*		
T	20	GRASERA							
U	21	PASA FAJA					*		
V	22	PLATO REDONDO	*	*				*	
W	23	CRUCERO	*	*					*
X	24	GUSANO					*		
Y	25	TOLVA DE ALUMINIO	*					*	
Z	26	COJINETE							

Además, en el proceso, existen otras estaciones de suma importancia como la de masillado, por donde pasan las piezas cuando queda alguna porosidad, así como las de ensamblado y pintado.

A continuación, se podrá observar en el circuito de recorrido figura IV, que las letras indicadas en las distintas estaciones de trabajo son las mismas que aparecen en la tabla II, en las cuales respectivamente, se utilizan las distintas estaciones de trabajo.



# Circuito de Recorrido





## **2.2 Descripción de la maquinaria**

Actualmente la empresa cuenta con la siguiente maquinaria:

3 tornos marca Cincinatti, fabricada en Estados Unidos, bancada deslizable, 1.30-2.30 mts; área de rotacion 24"-40"

2 tornos marca Ruso, fabricada en Rusia; bancada reforzada 26" volteo 2.8 mts

1 torno marca Tovagliari tmrn220 de fabricación italiana, con las siguientes especificaciones: 2.30 mts x 18", con escote

3 esmeriles de banco monofásico 1/3 hp, 2.2 amperes, 260 watts, 6" x 3/4" diámetro piedra, 0-3000 r.p.m.

1 taladro roscador marca Ecole Marielli de fabricación Italiana 1/2", con prensa incorporada.

2 taladros revolver marca Burgmaster, fabricado en Estados Unidos.

2 cepillos codo con prensa marca Sánchez Blanes de fabricación brasileña de 25 cms.

## **2.3 Análisis de la forma como se controla la producción actualmente**

En la actualidad, no se utiliza un programa establecido para planificar la producción. Funciona con un sistema empírico, en el que las unidades terminadas dependen directamente del movimiento de inventario que se tenga durante el mes, y con una aproximación de ventas que se realicen en los distintos meses, lo cual depende de si la demanda aumenta, y de ser así se fabrican las unidades de molinos de nixtamal. El manejo de las unidades en la actualidad funciona en un tiempo aproximado de 17 días y con una holgura de 4 días; por si hubiese algún retraso en la producción, se tienen que entregar 60 unidades terminadas y listas para la venta.

## 2.4 Características del personal requerido

Actualmente existen en la empresa 5 puestos de trabajo, que se clasifican de la siguiente manera:

### *Personal administrativo*

La secretaria: es la encargada de recibir las llamadas telefónicas, así como de dar la bienvenida a los clientes; su perfil es el siguiente:

- Dinámica
- Buenas relaciones interpersonales
- Ordenada
- Acostumbrada a trabajar bajo presión

#### Perfil académico

- Secretaria y oficinista comercial
- Experiencia comprobable
- Manejo de los diferentes paquetes de computación utilizados en su ramo.

El contador es la persona encargada de comprar y cotizar los insumos que se utilizan en el proceso para el ensamble de los molinos. El perfil requerido es:

- Dinámico
- Acostumbrado a trabajar bajo presión
- Excelentes relaciones interpersonales

#### Perfil académico:

- Perito contador
- Experiencia comprobable
- Manejo de paquetes de computación de su área específica.

El supervisor y jefe de personal es una de las personas más importante para la empresa; por eso tiene que ser de suma confianza, ya que de él depende que se lleve a cabo la producción y el control del seguimiento de la planificación requerida. Su perfil requerido es:

- Persona dinámica y proactiva, que no presente ninguna resistencia al cambio; debe tener don de mando, que ejerza de una forma eficiente el liderazgo, para lograr los objetivos y las metas de la empresa a corto mediano y largo plazo.

Perfil académico

- Estudios universitarios en el ramo (Ingeniería Mecánica Industrial o Mecánica)
- Experiencia comprobable (generalmente este puesto se da a personas que tienen cierto tiempo de laborar en la empresa, ya que ellos son los que mejor conocen el proceso, para fomentar los ascensos dentro de la misma.)

Los operarios se clasifican como: operario clase A y operario clase B.

El operario clase A es la persona que se encarga de realizar los trabajos externos a la línea de producción de molinos de nixtamal, por ejemplo, los trapiches, los engranes etc.

El perfil mínimo aceptable es:

- Acostumbrado a trabajar bajo presión, conocimiento de medidas y realizar distintos tipos de trabajo.
- Capaz de aportar Ideas
- Proactivo
- Innovador

Perfil Académico

- Perito en mecánica industrial

- 3 años de experiencia
- Habilidad en el manejo de maquinaria y herramientas

Operario Clase B: es quien ha tenido su formación dentro de la empresa. Esta persona es la que trabaja directamente en el ensamble de los molinos y en algunos procesos de maquinado de piezas.

Perfil mínimo aceptable

- Habilidad para aprender
- Habilidad para tomar decisiones
- Deseo de seguirse desarrollando intelectualmente
- Que tenga noción del trabajo que desempeña

Perfil Académico

- Tercero Básico.
- Conocimiento de los instrumentos de precisión.
- Habilidad en el manejo de máquinas y herramientas.

Existen también dos clases de trabajadores, cuya tarea consiste en ayudar a los operarios de las máquinas y herramientas, y que puedan realizar de una forma eficiente sus diferentes actividades; dichos trabajadores están divididos en las clases A y B, y sus perfiles mínimos requeridos son:

Ayudante Clase A

- Conocimiento de herramientas de precisión y de banco.
- Conocimiento del taladro y esmeriles

Perfil Académico

- Tercero Básico

Ayudante Clase B

- El buen deseo de aprender un oficio.

Para el reclutamiento y la selección del personal, se le entrega al aspirante una hoja de solicitud de empleo, la cual debe llenar a mano y con letra clara. Esta hoja se puede observar en la figura 11.

También para la selección de operarios es indispensable que se les realice una prueba de habilidad en el manejo de maquinaria y herramienta; cabe mencionar que con esta se dictamina, la capacidad, el deseo de aprender, el ahorro en el manejo de insumos etc. Dicha prueba se puede observar en la figura 12, con sus respectivas soluciones, para poder determinar si la persona es útil en la empresa.



### **3. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCCIÓN PARA EL ENSAMBLE DE MOLINOS DE NIXTAMAL**

#### **3.1 Qué se controla y cómo se hace**

Al diseñar un sistema de control de producción para el ensamble de molinos de nixtamal, se analizarán las ventas; en dicho análisis, es donde se observará el comportamiento de las mismas, para poder realizar así un pronóstico de ventas, que indicará la producción necesaria que se necesita fabricar.

En la situación actual de la empresa, se pudo determinar que existe unidades de trabajo lentas, que es necesario cambiar, entre las cuales están: el proceso de requerimiento de la materia prima, el tiempo requerido para la producción, así como la programación de maquinaria; con esto se obtendrá más eficiencia en la línea de producción; los resultados serán relevantes para la empresa, así como para los empleados.

#### **3.2. Determinación de la demanda**

Para los pronósticos de producción y la determinación de la demanda, se utiliza la siguiente metodología:

- *Análisis primario*: se realiza la gráfica, cuyo objetivo es observar y ajustar los niveles de venta y determinar a qué tipo de demanda pertenece.

- *Análisis secundario:* este análisis depende directamente del análisis primario, porque aquí es donde se selecciona el método que se va a utilizar; esto se hace en forma matemática, para determinar el error aproximado, así como el error acumulado (suma del error aproximado en valores absolutos) en el cálculo; aquel método que obtenga el menor error acumulado es el método que se utilizará para todo el diseño.
- *Pronóstico de evaluación:* es el que se determina con el fin de compararlo con el valor real correspondiente; éste servirá para evaluar el método con el que se obtuvo el dato; para tener un parámetro definido y poder indicar cuál es el método que se aplica, se debe considerar la realización de la evaluación en más de un período, y de esta manera determinar el error acumulado que cada uno presente, para que se pueda estimar el mejor.
- *Pronóstico de riesgo:* se utilizará el método que dio el menor error acumulado, en el análisis secundario, solo que se emplea para el efecto, todos los datos de las ventas reales del producto, lo cuál depende del tipo de demanda a la que pertenece.

A diferencia del anterior, este pronóstico no tiene un valor real con que compararse. Este se debe calcular, luego de que se haya encontrado el mejor método de evaluación, lo que garantiza que se estará muy cerca de la realidad, cuando se tenga que decir la cantidad que se tiene que producir en el próximo período.

### 3.2.1 Volúmenes de venta

Los volúmenes de venta son los valores reales de las ventas en los últimos tres años; con base en estos datos, se realizará el análisis de pronóstico. La tabla III muestra los niveles de venta en los últimos tres años:

**Tabla III. Ventas reales de los molinos de nixtamal.**

Ventas de molinos de nixtamal (unidades)				
Mes	Año			
	1999	2000	2001	2002
Enero	60	45	41	53
Febrero	60	59	101	44
Marzo	79	53	66	52
Abril	76	22	81	71
Mayo	61	57	48	68
Junio	72	34	101	
Julio	61	28	65	
Agosto	52	38	42	
Septiembre	47	37	61	
Octubre	47	36	49	
Noviembre	45	34	101	
Diciembre	34	68	76	
Totales	694	511	832	

### **3.2.2. Tipo de demanda**

El análisis primario determinó a qué tipo de familia de curvas pertenece la demanda. En la figura 4 se indica que el análisis corresponde a la curva de familias combinadas. Al haber descrito que tipo de demanda, se procede a aplicar el método de regresión lineal.

## **3.3 Sistema numérico para elaborar pronósticos de producción**

Cuando se aplican métodos para pronosticar, es de suma importancia determinar a qué tipo de familia de curvas pertenece, ya que si pudiese evaluar para todos los casos, esto provocaría un trabajo exhaustivo e innecesario, por lo que con el análisis primario se determinó a qué tipo de familias de curvas pertenece, luego se realizó el análisis secundario que consiste en tomar valores de ventas hacia atrás, para luego encontrar algunos valores para realizar un espejo sobre las ventas reales, y así poder tener una aproximación de ventas, que fomenta desarrollar el sistema de producción.

### **3.3.1 Método para pronosticar**

El método que se utiliza es el de las familias combinadas; esto se determinó, a través del análisis primario, para este tipo de demandas combinadas, el procedimiento es el siguiente:

- Transformar los datos
- Graficar los datos
- Hacer una nueva tabla con datos transformados
- Encontrar los índices estacionarios
- Encontrar los pronósticos

### **3.3.2. Selección del método adecuado**

Para la selección del método de curvas de familias combinadas, se tomo en cuenta la gráfica, aplicando un submetodo de datos agrupados, el cual se realiza de la siguiente manera: los datos se agrupan en ciclos iguales y en el momento de observar la gráfica (ver figura 5) tiene el mismo comportamiento que la gráfica con todos los datos (ver figura 4), se omite el método de evaluación, y si por el contrario la gráfica cambiara, se utilizará el método ya mencionado.

### **3.3.3 Pronósticos de producción**

Con base en lo anteriormente explicado a continuación, se determina el método matemático que se va a utilizar para realizar los pronósticos de producción, de acuerdo con el procedimiento que se detalla:

- Graficar datos (ver figura 4 y 5).
- Hacer una tabla con los datos transformados

Esta tabla se determinó con base en los siguientes métodos regresión lineal, logarítmica, exponencial y potencial (ver tabla VI de selección de la mejor pendiente); en este caso, la mejor pendiente fue la del método exponencial; las formulas que se utilizaron para poder determinar la mejor pendiente fueron:

*Método de la línea recta*

$$Y_i = a + bx_i$$

*Donde*

$$a = \frac{1969(16206) - (666)(39144)}{36(16206) - (666)^2} = 41.75$$

$$b = \frac{36(39144) - (666)(1969)}{36(16206) - (666)^2} = 0.6999481995$$

*Método logarítmico*

$$Y_i = a + b \cdot \log x$$

*Método exponencial*

$$Y_i = ab^x$$

*Método semilogarítmico exponencial*

$$Y_i = a \cdot b^x$$

Aplicado al logaritmo

$$\log y_i = \log a + x \log b$$

Asociado a la recta

$$\log a = \frac{\sum(\log y) [\sum(x^2) - \sum(x) [\sum(x \log y)]]}{N [\sum(x^2)] - [\sum(x)]^2}$$

$$\text{Log } a = \frac{(141.91936)(16206) - (666)(2675.50835)}{36(16206) - (666)^2} = 3.704108$$

$$\text{Log } b = \frac{N[\Sigma(x \log y)] - \Sigma(x) [\Sigma(\log y)]}{N [\Sigma(x^2)] - [\Sigma(x)]^2}$$

$$\text{Log } b = \frac{36(2675.50835) - (666)(141.91936)}{36(16206) - (666)^2} = \log(0.012) = 1.012951$$

Luego para transformar los datos originales a datos transformados, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Datos nuevos} = \text{datos originales} - B * T$$

Donde B: es la mejor pendiente

y T: es el período a analizar

- Encontrar los índices estacionarios: (ver tabla de pronósticos)

Se utiliza la siguiente fórmula:

Índice = X vertical de los datos nuevos

---

X horizontal de los datos nuevos

- Encontrar pronósticos: (ver tabla de pronósticos)

Se utiliza la siguiente formula:

Pronóstico =  $X$  vertical Datos originales \* índice + B\*período

### **3.3.4 Tiempo requerido para la producción**

Actualmente el tiempo que se utiliza para la producción es de 100% del tiempo disponible, ya que la jornada diurna es de 8 horas de lunes a viernes y 4 horas los sábados; se incluyen las horas extras que normalmente son de cuatro horas diarias, esto es para planificar y poder realizar el producto en fechas específicas.

En la realidad, el tiempo utilizado es más corto, ya que el estudio se realizó para personal no diestro, pero conforme los operarios se capacitan y a su vez se adiestran en el desempeño de su trabajo, se reduce el tiempo; luego el sistema de incentivos salariales aumenta, en virtud que más piezas maquinan o trabajan, lo cual aumenta la remuneración del trabajo, que conlleva mejor eficiencia en la línea de producción.

### **3.4 Balance de líneas**

A la línea de producción se le reconoce como el medio para producir, a bajos costos, grandes cantidades o series de elementos normalizados.

Lo que básicamente se analiza es el proceso en el que varios operarios realizan operaciones consecutivas colocadas inmediata y mutuamente adyacentes, donde el material se mueve continuamente y a un ritmo uniforme, cuyo objetivo principal es evitar el cuello de botella, que trae como consecuencia el atraso en el proceso de producción en serie. La tasa de producción estará en función del operario más lento, el cual regirá la velocidad que tenga la línea. También se definirá el ritmo de producción, con lo que se puede definir si se puede o no cumplir con la demanda específica, en un tiempo determinado para la misma.

Para que la producción en la línea sea práctica, deben existir algunas condiciones entre ellas:

- Cantidad. El volumen de producción debe ser suficiente para cubrir los costos de la preparación y estudio de la línea. Esto depende del ritmo de producción y de la duración de cada tarea en las diferentes estaciones de trabajo.
- Equilibrio. Los tiempos utilizados en las distintas operaciones en las estaciones de trabajo tienen que ser aproximadamente iguales.
- Continuidad. Una vez iniciado el trabajo, la línea de producción debe continuar, pues la detención en un punto corta la alimentación del

resto de las operaciones, y precisamente uno de los objetivos de este trabajo tiene por objeto el diseño de control de la producción, que conlleva el aprovisionamiento de la materia prima, para que no existan retrasos en la línea.

El balance de líneas nos servirá para:

- Determinar el número de operadores necesarios para cada operación.
- Minimizar el número de estaciones de trabajo si se pudiera o, por el contrario, aumentar a otra estación si se necesitara.
- Asignar elementos de trabajo a las estaciones de trabajo, según de la cantidad de las mismas.

Factores que se toman en cuenta con el balance de líneas

- Tiempo efectivo
- Tiempo cronometrado
- % de concesiones

Al realizar el balance de líneas, se pueden tomar algunas decisiones conforme a los resultados, entre ellas están:

- Reemplazar el equipo o maquinaria.

- Trabajar todas las operaciones a la velocidad del cuello de botella (el mayor tiempo ocupado en la línea).
- Colocar otra maquinaria similar.
- Programar tiempo extra.
- Subcontratar la operación.

#### **3.4.1 Procedimientos para balancear la línea**

Existen varios procedimientos para balancear una línea y que ésta sea practica; en este trabajo en particular, se utilizó el balance de línea con ritmo de producción.

- Encontrar el tiempo efectivo de trabajo.
- Encontrar el numero de operaciones por jornada.
- Encontrar el numero de estaciones por línea.
- Buscar los posibles cuellos de botella, a través de las estaciones más lentas de trabajo.
- Recomendar las estaciones necesarias, para que funcione correctamente la línea.

#### **3.4.2 Balance con ritmo de producción**

Es uno de los métodos mas utilizados para balancear la línea. Se utiliza cuando la producción es intermitente, para cumplir con tiempos de entrega; se utiliza en las industrias de confección, panadería, carpintería; en este caso, se utilizará para el proceso de ensamble de molinos de nixtamal,

para calcular el ritmo de producción, para lo cual se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Ritmo (R)} = \frac{\text{\# de unidades}}{\text{tiempo}}$$

Es de mucha importancia indicar que, para los cálculos de tiempo, se trabaja con base en el código de trabajo de la legislación guatemalteca, que establece las jornadas de trabajo:

Art. 116 – La jornada ordinaria de trabajo efectiva de trabajo diurno no puede ser mayor de ocho horas diarias, ni exceder de un total de cuarenta y cinco horas a la semana.

La jornada ordinaria de trabajo efectivo nocturno no puede ser mayor de seis horas diarias, y treinta y seis a la semana.

El tiempo de trabajo efectivo es aquel en que el trabajador permanece a las órdenes del patrono.

El trabajo diurno es el que se ejecuta entre las seis y las dieciocho horas de un mismo día.

Trabajo nocturno es el que se ejecuta entre las dieciocho horas de un día y las seis horas del día siguiente.

La labor diurna normal semanal será de cuarenta y cinco horas de trabajo efectivo, equivalente a cuarenta y ocho horas para efectos exclusivos de pago del salario. Se exceptúan de esta disposición los

trabajadores agrícolas y ganaderos, y las empresas donde labore un número menor de diez, cuya labor diurna normal semanal será de cuarenta y ocho horas de trabajo efectivo, salvo que por costumbre sea favorable al trabajador. Esta excepción no debe extenderse a las empresas agrícolas donde trabajen quinientos o más trabajadores.

Art. 117 – La jornada ordinaria de trabajo efectivo mixto no puede ser mayor de siete horas diarias ni exceder de un total de cuarenta y dos horas a la semana.

Jornada mixta es la que se ejecuta durante un tiempo que abarca parte de período diurno y parte del periodo nocturno.

No obstante, se entiende por jornada nocturna la jornada mixta en que se laboren cuatro o más horas durante el período nocturno.

Art. 122 – Las jornadas ordinarias y extraordinarias no pueden exceder de un total de doce horas diarias, salvo casos de excepción muy calificados que se determine en el respectivo reglamento o que por siniestro ocurrido o riesgo inminente, peligren las personas, establecimientos, máquinas, instalaciones, plantíos, productos o cosechas y que sin evidente perjuicio, no sea posible sustituirla a las trabajadores o suspender las labores de los que estén trabajando.

Se prohíbe a los patronos ordenar o permitir a sus trabajadores que trabajen extraordinariamente en labores, que por su propia naturaleza sean insalubres o peligrosas.

En casos de calamidad pública, rige la misma salvedad que determina el párrafo primero de este artículo, siempre que el trabajo

extraordinario sea necesario para conjugarla o atenuarla. En dichas circunstancias, el trabajo que se realice se debe pagar como ordinario.

### **3.4.3 Tiempo efectivo de trabajo**

Es el tiempo de la jornada expresada en minutos, luego de descontarle los tiempos como del almuerzo, refacción y tiempos de preparación de la maquinaria (lubricación y limpieza).

Operaciones por jornada

Es el número de operaciones que puede realizar una estación de trabajo en una jornada efectiva, se determina de la siguiente forma:

$$\text{Operación / jornada} = \frac{\text{Tiempo efectivo}}{\text{Tiempo estándar}}$$

### **3.4.4 Numero de estaciones de trabajo de la línea**

Es el número de estaciones que se espera tener en toda la línea de producción, para cumplir con la demanda de producción requerida.

$$\text{Número de estaciones} = \frac{\text{Ritmo (R)* Tiempo estándar por jornada}}{\text{Tiempo efectivo que se trabaja}}$$

### **3.4.5 Número de estaciones de trabajo por operación**

Es el número de estaciones que deberán trabajar en una operación, que depende del ritmo de producción

$$\text{Número de estaciones} = \frac{\text{Ritmo (R)} * \text{Tiempo estándar por operario}}{\text{Tiempo Efectivo}}$$

**Tabla IV. Balance de líneas**

Estaciones de trabajo	Tn	Tn	Ts	Operaciones por jornada	No. estaciones por línea	balance de líneas
Esmerilado	2.444	239.0232	274.87668	1.527957919	3.27	3
Torneado	5.389	527.0442	606.10083	0.692954009	7.22	7
Cepillado	0.7	68.46	78.729	5.334755935	0.94	1
Roscado	1.625	158.925	182.76375	2.29804871	2.18	2
Soldado	1.93	188.754	217.0671	1.934885572	2.58	3
Taladrado	1.954	191.1012	219.76638	1.911120345	2.62	3
Limado	0.433	42.3474	48.69951	8.624316754	0.58	1
Templado	0.1	9.78	11.247	37.34329154	0.13	1
Masillado	22	2151.6	2474.34	0.169742234		1
Ensamblado con discos	28	2738.4	3149.16	0.133368898		1
Pintado	24	2347.2	2699.28	0.155597048		1

Los tiempos de masillado, ensamblado con discos y pintado son las estaciones que más tiempo ocupan; esto se debe a que ellas ocupan el tiempo en el secado de la pintura y en los distintos ajustes, así que, de esta manera, no se puede determinar un cuello de botella en estas estaciones, ya que si se hace se tienen retrasos en la línea de producción, pero si se puede en las otras estaciones de trabajo, como se puede ver en el torneado y esmerilado que son los que más tiempo utiliza en las distintas operaciones. En el siguiente cuadro, se puede comprobar este cuello de botella, al hacer una comparación entre las estaciones que se recomiendan en el balance de líneas y las estaciones actuales.

**Tabla V. Estaciones de trabajo y recomendadas**

Estaciones de trabajo.	Estaciones recomendadas	Estaciones Actuales
Torneado	3	2
Esmerilado	7	6
Cepillado	1	1
Roscado	3	3
Soldado	3	4
Taladrado	3	3
Limado	1	1
Templado	1	1
Armado	1	1
Enmasillado	1	1
Pintado	1	1

### **3.5 Establecimiento de estándares**

Los estándares se basan en criterios para la evaluación de distintas características cuantitativas y cualitativas, los cuales tienen una relación entre sí, formados por un criterio de tamaño, forma, servicio y calidad. Con mucha frecuencia, la estandarización da origen a la diversidad de productos similares. Cuando se establecen estándares, es necesario tener un alto grado de coordinación departamental. Para establecer estándares, es preciso que se tomen en cuenta algunas áreas específicas de producción, como estas:

- Productividad en la producción. Es el aumento de la producción por hora de trabajo.

- Medición del trabajo. Es incrementar la eficiencia del trabajo y proporcionar estándares, que servirán de información a otros sistemas de la empresa.
- Planeación de las instalaciones. La planeación de las instalaciones consiste en lograr que la ubicación de la planta sea en un lugar adecuado, según el tipo de producto que se va a fabricar y una excelente distribución de la planta, para que no se tengan retrasos en el movimiento de materia prima.
- Control de calidad. Es el conjunto de técnicas y actividades de carácter operativo, utilizadas para satisfacer los requisitos relativos a la calidad.

Para evitar confusiones, se recomienda utilizar una expresión calificativa; cuando este concepto se refiera a un campo más restringido o más amplio, por ejemplo: control de la calidad del proceso o control total de la calidad.

El control de la calidad incluye técnicas y actividades operativas destinadas, tanto a mantener bajo control un proceso, como para eliminar las causas que generan comportamientos no satisfactorios en las etapas del ciclo de la calidad (espiral de la calidad), para conseguir los mejores resultados económicos.

- Control de producción y de inventarios. Es un conjunto de normas para poder planificar la producción en tiempos específicos y cumplir con la demanda, con los insumos necesarios a tiempo, para la misma.
- Seguridad industrial. Son las medidas técnicas educacionales, medicas, psicológicas, para prevenir accidentes, eliminar condiciones inseguras, convencer a las personas sobre la implementación de medidas preventivas, para vencer la resistencia al cambio.

### 3.6 Evaluación del desempeño

La evaluación del desempeño compara el desempeño laboral de un individuo, contra los estándares u objetivos establecidos para su puesto. Si el desempeño es alto, posiblemente se hará acreedor de bonos, y si es bajo indica que necesita adiestramiento.

Razones para evaluar el desempeño:

- Ofrecen información y remuneración; sus usos son más frecuentes
- Ofrecen una oportunidad para que el supervisor y su subordinado se reúnan y revisen el comportamiento de éste, relacionado con el trabajo.
- Permiten que el supervisor y subordinado elaboren un plan para rectificar cualquier deficiencia en el desempeño que pudiera identificarse.

Objetivos de un programa de evaluación de desempeño:

- Dar a empleados la oportunidad de hablar regularmente con su supervisor acerca del desempeño.
- Dar al supervisor una manera de identificar las fuerzas y debilidades del desempeño de un empleado.
- Proporcionar un formato, que permita al supervisor recomendarle al empleado un programa específico diseñado para mejorar su desempeño
- Proporcionar una base de recomendaciones, para poder establecer políticas salariales.

Además de usar las evaluaciones del desempeño, para determinar los sueldos, muchas empresas usan la información de estas para recomendar

mejoras al puesto y darle retroalimentación a los empleados, respecto a su desarrollo.

### **3.7 Herramientas de control**

Son el conjunto de técnicas y normas que se utilizan para lograr un control eficaz en el sistema de producción de un producto. El control de producción, por lo general, tiene relación con todos los departamentos y con personas externas a la fábrica; por eso se considera de suma importancia y a él se le atribuye la responsabilidad de cambios y ajustes que tenga el personal como el producto mismo, por lo cual es necesario utilizar distintas herramientas; algunas de ellas son:

- Recibir y registrar ordenes del departamento de ventas.
- Estimar el costo de nuevos trabajos.
- Servir de enlace entre la fábrica y el Departamento de Ventas o el cliente.
- Estimar las ventas.
- Mandar requisiciones de compra.
- Tomar decisiones de fabricación o de compra.
- Mantener control sobre las materias primas y los productos terminados.
- Determinar los niveles de inventarios.
- Estimar las necesidades de mano de obra y maquinaria para cumplir con los programas.
- Programar y mantener la producción en toda la planta.
- Hacer dibujos detallados de un producto.
- Mandar ordenes de producción
- Activar ejecución de las órdenes.

### **3.8 Aplicación de las herramientas de control**

Para que el sistema de control de producción sea eficaz, es necesario que se apliquen algunas de las herramientas de control anteriormente expuestas, ya sea que no existan o para el mejoramiento de algunas; entre las más importantes están:

- Recibir las requisiciones por el departamento de ventas, ya que de el depende la elaboración del producto.
- Realizar los pronósticos de ventas.
- Crear las requisiciones de compras.
- Hacer las órdenes de producción.
- Ejecutar los planes diseñados.

### **3.9 Tipo de control para la producción que se utilizará**

El tipo planificación de la producción es un mecanismo que tiene por objetivo:

- Planificar de una manera lógica y ordenada la producción, tomando como base la calidad, eficiencia y economía en los productos.
- Eliminar errores en el manejo de los materiales para la fabricación de un producto.
- Cumplir con los planes diseñados para la producción.

### **3.9.1 Control anticipado**

Es cuando se planifica con anterioridad y se tiene preestablecido cuáles son los posibles errores en los que se pudiese incurrir, para no tener atrasos en la elaboración del producto.

### **3.9.2 Control ocurrente**

Se realiza cuando el producto se encuentra en proceso, con el fin de prever los atrasos que se puedan tener.

### **3.9.3 Control retroalimentado**

Este tiene lugar después de la acción de la producción; es allí donde se detectan errores después que ésta ya está terminada, y sirve como referencia para que no se incurra en los mismos errores, en el momento de realizar una próxima producción.



## **4. IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCCIÓN**

### **4.1 Plan de producción**

En la tabla VII (matriz de producción), se pueden verificar los planes de producción con base en las diferentes mediciones que se obtuvieron en el estudio del ensamble y maquinado de las distintas piezas. Se determinó el tiempo que se ocupa para el desarrollo del ensamble, y se concluyó en que se ocupa el 100% de tiempo disponible para ensamblar (44 horas semanales más 20 horas extras) la cantidad de molinos requerida, según los pronósticos; los cálculos se realizaron dejando algunos tiempos de holgura y con personal no diestro, lo que significa que los cálculos están diseñados, de tal manera que es el tiempo máximo en que se pueden maquinar y ensamblar las piezas para los diferentes meses, en los cuales se realizará la planificación. También se obtendrá un desarrollo en la planificación, ya que de esta manera el departamento de ventas podrá contar con la cantidad requerida de molinos para el desempeño de su trabajo.

### **4.2 Planeación agregada**

Actualmente es difícil hablar de planeación agregada, ya que ésta consiste en que se realicen productos diferentes a los que actualmente se producen, como por ejemplo, hacer un engranaje para un motor, un tornillo con rosca con estrictas especificaciones; esto es posible porque está contemplado un tiempo de holgura el personal que trabaja en el proceso, y puede realizar estos trabajos sin descuidar la línea de molinos de nixtamal.

### **4.3 Calendarización de la producción**

Cuando se realiza un diseño de control de producción, es necesario calendarizar, lo que trae muchas ventajas para la empresa, entre las cuales están:

- Con base en los pronósticos, se pueden determinar aproximadamente las ventas que se realizarán en los distintos meses, lo cual les da la capacidad de prepararse con la materia prima indispensable para la realización de la producción.
- Cumplir con los pedidos de entrega en tiempo estipulado.
- La producción se desarrolla en una forma ordenada.

#### 4.4 Materiales requeridos

Cuando se mencionan los materiales requeridos, se puede decir que la misma cantidad de materiales es la indicada para producir un batch de producción de 60 molinos.

**Tabla IX. Cantidad de materiales requeridos para producir un batch de molinos de nixtamal**

Descripción	Cantidad
Ácido muriático	¼ galón
Carbón de pino	1 ½ red
Castigadores 3/8 * 1 1/2 cabeza cuadrada	120 u.
Castigadores 3/8 * 1 cabeza cuadrada	60 u.
Castigadores 3/8 * 1/2 cabeza cuadrada	120 u.
Discos de pulir de 7" marcas Norton, Fortex, Rappol	15 u.
Electrodo 1/8 punto café 6013	12 lbs
Estaño 50/50 en barra	2 lbs
Fresa muela de vástago 7/8	4 u.
Gas kerosene	3 galones
Guaípe	10 lbs
hierro cuadrado de ½	4 varillas
Hierro de ¼ comercial para construcción	30 varillas
Hierro plano de 1/4*1 ¼	4 varillas
Hierro plano de 1/8 *3/4	4 varillas
Hierro redondo de ½	20 varillas
Hierro redondo de ¾	4 varillas
Hierro redondo de 3/8	4 varillas
Lamina galvanizada calibre 28 legítimas	17 u.
Latón varilla 1/8	2 lbs.
Lija #2 china diamante	10 pliegos
Lija #3 china diamante	10 pliegos
Limatón cuadrado 10" * 3/8	5 u.
Limatón redondo ordinario 10" * 3/8	5 u.
Municiones de 3/4, 11/16	60 u.

Continúa

Pintura azul marino, aceite, Corona	1 galón
Pintura gris, aceite, Corona	2 galones
Pintura negro, aceite, Corona	1 galón
Pintura plateada laca	1 galón
Pintura rojo bemellón	1 galón
Pintura rojo laca	1 galón
Remaches 3/16 * 1 de golpe	300 u.
Sierras Atkings	10 u.
Thinner	5 galones
Tornillo 1/4 * 1 r/o, c/t	180 u.
tornillo 1/2 * 2 r/o, c/t, c/w	480 u.
Tornillo 3/8 * 1 1/4 r/o	240 u.
Tornillo 5/16 * 1 1/2 r/o, c/t y roladana	120 u.
Tornillo 5/16 * 1 r/o	120 u.
Tornillo 5/16 * 2 1/2, r/o, c/t y roldana	120 u.
Tubos galvanizados 1/2 (2)	2 u.
Tuercas de 1/2	120 u.

u. = unidades

r/o = rosca ordinaria

c/t = con tuerca

c/w = con roladana

#### **4.5 Mantenimiento preventivo**

Es una parte indispensable para mantener la línea de producción y que funcione sin ningún retraso; esto permite que no se incurra en gastos y pérdidas de tiempo, por reparaciones concurrentes. Es de suma importancia determinar los siguientes factores:

- Qué debe inspeccionarse.
- Con que frecuencia se debe inspeccionar y evaluar.
- A qué se le debe dar servicio.
- Cuál es el período con que debe darse el mantenimiento preventivo.
- A qué componentes se le debe calcular la vida útil.
- Cuál debe ser la vida útil y económica de dichos componentes.

Recursos técnicos

- Recomendaciones de los fabricantes
- Recomendaciones de otras instalaciones similares
- Experiencias propias
- Análisis de ingeniería

Inspección

Para determinar lo que debe inspeccionarse, se dan a continuación las recomendaciones siguientes.

- Revisar todas las piezas susceptibles a fallas mecánicas progresivas, como desgaste, corrosión y vibración.

- Examinar lo expuesto a falla, por acumulación de materias extrañas humedad, envejecimiento de materiales aislantes, etc.
- Revisar lo que sea susceptible de fugas, como es el caso de los sistemas hidráulicos, neumáticos, de gas y tuberías de distribución de fluidos.
- Analizar lo que pudiera variar, salirse de sus límites y que pueda ocasionar fallas como niveles de depósito de sistemas de lubricación, niveles de aceite aislante, niveles de agua.
- Revisar los elementos reguladores de todo lo que funcione con características controladas de presión, temperaturas, holgura mecánica, voltaje etc.

#### *Clasificación de los componentes*

- Componentes no reparables: son aquellos que se desechan al agotar su vida útil o fallar.
- Componentes reparables o reconstruibles: Son aquellos que al agotar su vida útil o al fallar se sustituyen y se envían a los talleres para su inspección, reparación, ajuste, calibración, pruebas etc., después de lo cual quedan disponibles para ser instalados de nuevo.

#### *Planeación del trabajo de mantenimiento*

La planeación permite estimar las actividades que están sujetas a la cantidad y calidad de mano de obra necesaria, los materiales y reparaciones que se deben de realizar, así como el equipo y tiempo necesario para poder cumplir con la planificación.

## **5. SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN**

### **5.1 Evaluación del rendimiento**

La evaluación del rendimiento se basa en el estricto control de la producción real con la producción planeada, la cual puede efectuarse con base en unidades terminadas de molinos de nixtamal. En el momento de ser comparadas, se obtendrá una respuesta del avance real, que se ha logrado en función de la planeación, y de esta forma se podrá fortificar el análisis en las deficiencias que se han observado en la producción actual, y de este modo se mejorará en consecuencia la planificación y se obtendrán los resultados deseados.

### **5.2 Reportes de producción**

Los reportes son documentos, cuyo objetivo es evaluar todo el sistema de producción en las diferentes áreas de trabajo; éste se puede realizar en cualquier intervalo de tiempo, con base en las unidades producidas reales versus las planeadas, que se espera producir en el determinado periodo de tiempo; con esto, es posible detectar errores en los que se puede incurrir y de esta manera se pueden enmendar.

Se recomienda a la empresa hacer un reporte semanal de producción, con lo cual se puede determinar si se está utilizando correctamente el tiempo;

si la maquinaria esta funcionando correctamente y si el operario está cumpliendo con las especificaciones requeridas.

### **5.3 Verificación de los planes de producción**

Esta verificación se realizará con base en la calendarización que se realizó en la sección 4.3. La persona encargada de ejecutar estos reportes es el jefe de área o el jefe de estación de trabajo, quien utilizará hojas de reporte semanal (figura 10), para conocer el desempeño que ha tenido el área durante la semana o en el momento de terminar el batch de la producción; se hace una comparación con los planes diseñados, lo que puede ser utilizado para concientizar a los trabajadores de la importancia del trabajo en equipo; de esta manera se podrá cumplir con la planificación.

### **5.4 Acciones preventivas**

Son las decisiones que se toman con base en los errores que se han descubierto en los períodos de análisis. El objetivo primordial de estas acciones es prevenir posibles errores que surjan durante el proceso de ensamble del producto, en la producción de un batch subsiguiente, y de esta forma se podrá mejorar la eficiencia en la línea.

Las metas principales que se persiguen con la ejecución el las acciones correctivas son:

- Mantener los equipos funcionando, para que no se produzcan atrasos en la línea de ensamble de molinos.
- Adiestrar al operario en sus diferentes ocupaciones, para minimizar así los errores.

- Inspeccionar el control de la materia prima en una forma eficiente, para cumplir con la planificación en una forma adecuada.

Este sistema de producción ayuda a un buen manejo en la fabricación de un producto, asimismo permite llevar un control de las acciones correctivas que deben tomarse, para que la producción se lleve a cabalidad conforme a la planificación diseñada. Cuando se acciona preventivamente, es el momento en que se empieza a adoptar lo que se espera.



## CONCLUSIONES

1. Adoptar el diseño de un sistema de control de producción consiste en tener los insumos, maquinaria y equipo, así como el personal calificado para que el proceso de producción se realice de manera continua, y que cumpla con la planificación diseñada.
2. Para que el ensamble de los molinos de nixtamal se realice, con base en la proyección diseñada, es preciso contar con el personal calificado técnicamente para las distintas estaciones de trabajo.
3. El cálculo del tiempo para la producción de los molinos de nixtamal se realizó de una manera que se pudiese maquinar y ensamblar, y de esa forma se pudiese utilizar todo el tiempo disponible, para poder cumplir con la requisición del Departamento de Ventas.
4. Según el balance de líneas, la estación más lenta es la del esmerilado, debido a que el trabajo es agotador y desgastante para el operario, por lo que en esta estación se da un alto índice de deserción laboral.
5. Cuando el tiempo es aprovechado por los operarios de una manera adecuada y se desarrolla su trabajo en forma eficiente, con base en capacitación y destreza, esto da como resultado un aumento en el volumen de producción, mejora los tiempos y de esta manera aumenta la productividad.



## RECOMENDACIONES

1. Es necesario que se establezca el sistema de control de producción para el ensamble de molinos de nixtamal, para que se tenga una producción planificada, y de esta forma no se incurra en retrasos de entrega de producto terminado.
2. Es conveniente diseñar y crear estaciones de trabajo, para que no se tengan retrasos en la línea; éstas son la estación de esmerilado y la estación de torneado, pues es aquí donde se encuentran los cuellos de botella, de esa manera se podrá agilizar la línea de producción.
3. Se debe capacitar y motivar al personal en la estación de esmerilado, porque es allí donde existe más deserción de los empleados.
4. Es necesario tener un estricto control en el cumplimiento de los planes de producción diseñados, para no incurrir en los mismos errores cometidos cuando no se sigue dicho plan.



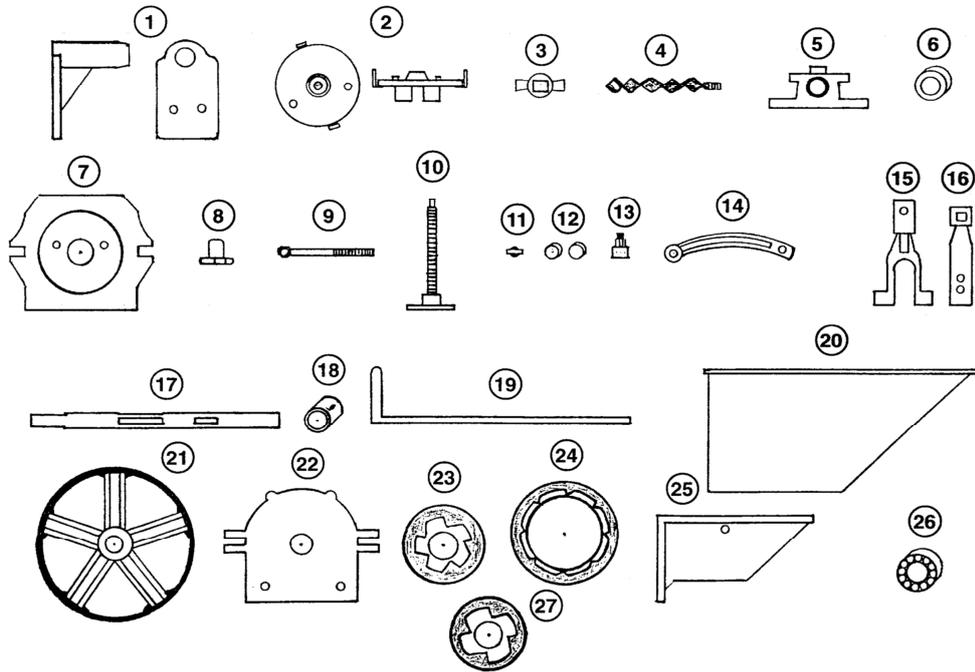
## BIBLIOGRAFÍA

1. García Criollo, Roberto. **Estudio del Trabajo**. Editorial Diagraficos Unión, S.A. México 1998. 218 pp.
2. Greene, James H. **Control de la producción**. 9ª ed. Editorial Diana 1968. 701 pp.
3. Niebel, Benjamín W. **Ingeniería Industrial métodos, tiempos y movimientos**. 9ª ed. Grupo editorial Alfaomega 1993. 880 pp.
4. Hodson, William. Myrnand **Manual del Ingeniero Industrial** 4ª ed. Editorial Mc-Graw Hill 1996.
5. Caceros Rivas, Douglas Vladimir. Consideraciones para el control de la producción en una fabrica de block. Tesis Ing. Ind. Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1996. 97 pp.
6. García Meléndez de Corado, Cástula Argelia. Plan de control de calidad para una planta embotelladora de bebidas carbonatas. Tesis Ing. Ind. Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería 2,000.
7. Hernández Arriaza, Francisco Arturo. Guía teórico practica del curso de control de la producción. Tesis Ing. Ind. Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 1990.
8. Rodríguez Valdez, José Luis. Aplicación de las buenas practicas de manufactura en el empaque y almacenamiento de productos de la molienda de trigo. Tesis Ing. Ind. Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 2001.

ANEXOS

Figura No. 6  
Partes del molino de 2 y 4 discos de bushing y cojinete

**PARTES DE MOLINO DE 2 Y DE 4 DISCOS  
DE BUSHING Y DE COJINETE**



1. CULATA
2. PLATO REDONDO
3. CRUCERO
4. GUSANO
5. CHUMACERA
6. TOPE
7. PLATO CUADRADO
8. PERILLA
9. TORNILLO DE PERILLA
10. TORNILLO CON VOLANTE
11. CAJITA CON MUNCION
12. TEJOS
13. GRASERA
14. PASAJAJA
15. MUÑECO TRACERO
16. MUÑECO DELANTERO
17. EJE
18. BUSHING DE BRONCE
19. PALANCA PARA PASAJAJAS
20. TOLVA DE LAMINA
21. POLEA
22. CABEZOTE
23. DISCO DE 5 ALE. PARA MOLINO DE 2 DISCOS
24. DISCO DE 8 ALE. PARA MOLINO DE 4 DISCOS
25. TOLVA DE ALUMINIO
26. COJINETE
27. DISCO DE 4 ALE. PARA MOLINO DE 4 DISCOS

# Figura No. 7

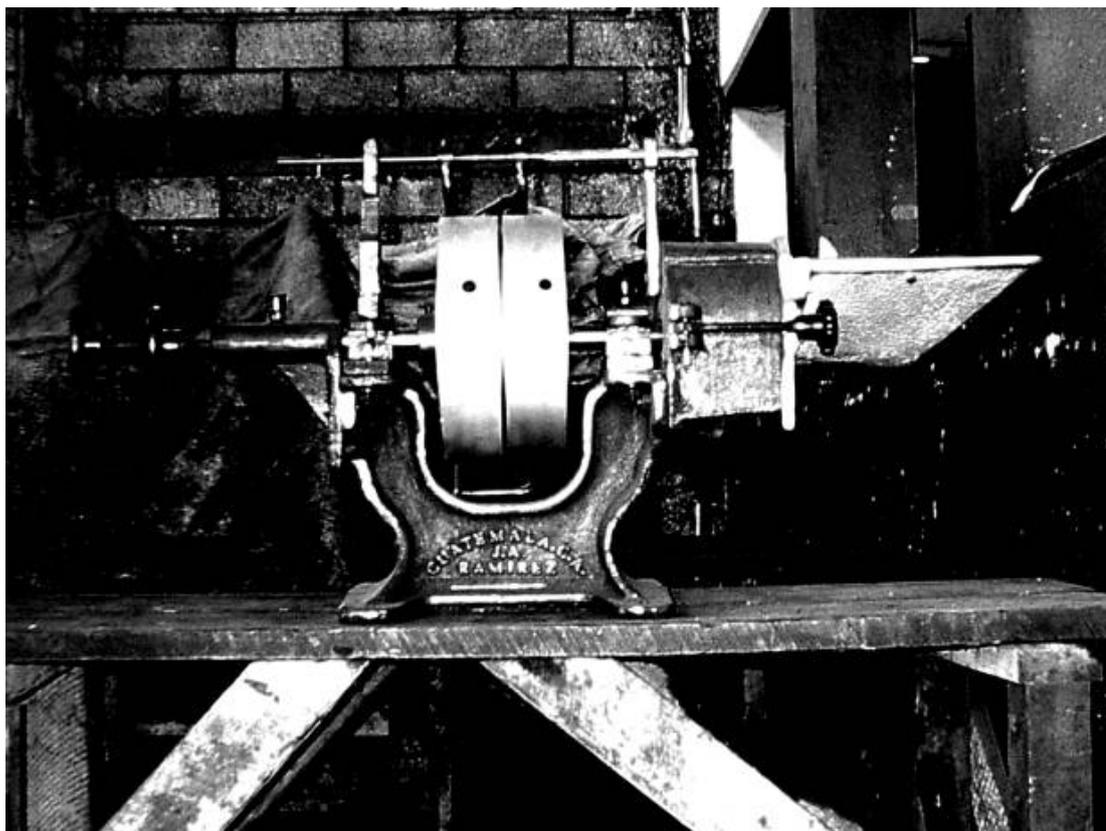
**Diagrama Hierro – Carbono**

**DIAGRAMA HIERRO-CARBONO**

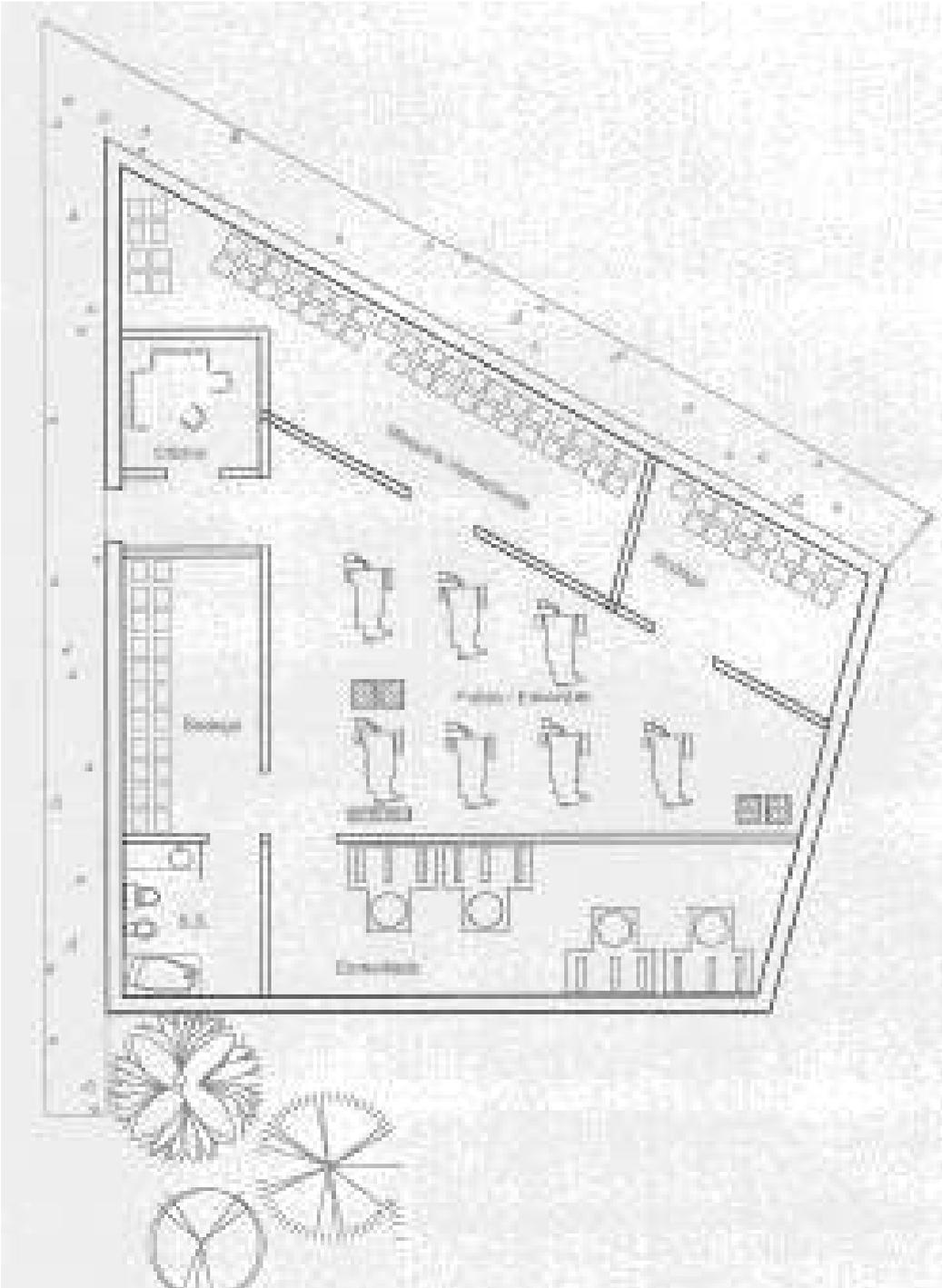


**Figura No. 8**  
**Molino de Nixtamal**

**MOLINO DE NIXTAMAL**



**Figura No. 9**  
**Plano de la empresa**



**Figura 10. Hoja de reporte semanal**

**HOJA DE REPORTE SEMANAL**

No. _____								
Pieza que se fabrico : _____						Fecha: _____		
Producto del que forma parte: _____								
Símbolo: _____				Plano: _____				
Orden de fabricación No. : _____								
Material requerido: : _____								
Op. No.	Maq. No.	Trabajo	Piezas		Tiempo		Entregas Parciales	
			Buenas	Malas	Real	Estándar	Fecha	Cantidad
Recibí conforme la materia prima  F.) _____ Operario			Recibí conforme la producción  F.) _____ Bodeguero			Observaciones: _____ _____ _____ _____		

Figura 11. Solicitud de Empleo

**TALLER DE TORNO AROCHE**

Cepillo, fresadora  
Fundición de hierro, bronce y aluminio  
3ª. Calle 4-27 Col. Santa Marta zona 5 de Mixco  
Teléfonos: (502) 432 3077 (502) 537 3447  
Guatemala C.A.

## SOLICITUD DE EMPLEO

NOMBRE COMPLETO SOLICITANTE: \_\_\_\_\_

DIRECCIÓN: \_\_\_\_\_ TELÉFONO \_\_\_\_\_

NÚMERO DE CÉDULA: \_\_\_\_\_ EXTENDIDA EN: \_\_\_\_\_

EDAD: \_\_\_\_\_ ESTADO CIVIL: \_\_\_\_\_ No. DE AFILIACIÓN I.G.G.S \_\_\_\_\_

ESTUDIOS REALIZADOS: \_\_\_\_\_ OTROS: \_\_\_\_\_

PROFESIÓN U OFICIO: \_\_\_\_\_

SUELDO MENSUAL QUE PRETENDE: \_\_\_\_\_ NEGOCIABLE: \_\_\_\_\_

**NOMBRE DE LAS EMPRESAS DONDE HA LABORADO ANTERIORMENTE**

EMPRESA: \_\_\_\_\_ TEL.: \_\_\_\_\_ JEFE: \_\_\_\_\_

TIEMPO LABORADO: \_\_\_\_\_ PUESTO QUE OCUPABA: \_\_\_\_\_

EMPRESA: \_\_\_\_\_ TEL.: \_\_\_\_\_ JEFE: \_\_\_\_\_

TIEMPO LABORADO: \_\_\_\_\_ PUESTO QUE OCUPABA: \_\_\_\_\_

**REFERENCIAS DE PERSONAS QUE LO CONOZCAN Y QUE NO SEAN FAMILIARES**

NOMBRE \_\_\_\_\_ DIRECCIÓN: \_\_\_\_\_ TEL.: \_\_\_\_\_

NOMBRE \_\_\_\_\_ DIRECCIÓN: \_\_\_\_\_ TEL.: \_\_\_\_\_

NOMBRE \_\_\_\_\_ DIRECCIÓN: \_\_\_\_\_ TEL.: \_\_\_\_\_

**ADJUNTAR:** ANTECEDENTES PENALES, POLICÍACOS, TRES CARTAS DE RECOMENDACIÓN.

LUGAR Y FECHA \_\_\_\_\_

F.) \_\_\_\_\_

## Figura 12. Prueba de conocimiento

### TALLER DE TORNO AROCHE

Cepillo, fresadora

Fundición de hierro, bronce y aluminio

3ª. Calle 4-27 Col. Santa Marta zona 5 de Mixco

Teléfonos: (502) 432 3077 (502) 537 3447

Guatemala C.A.

## PRUEBA DE CONOCIMIENTO

Nombre completo: \_\_\_\_\_

Profesión: \_\_\_\_\_

Experiencia: \_\_\_\_\_

Cómo efectuaría un hexágono interno en acero 705?

R.

Punteo: \_\_\_\_\_

### POSIBLES RESPUESTAS:

Con base en estas posibles respuestas, se puede determinar el conocimiento del solicitante.

1. Se fabricaría con una mortajadora (escoplo) si se tuviese.
2. En un cepillo, utilizando el trabajo divisor para la división de las partes.
3. En una fresadora, usando el aparato divisor.

En la respuesta No. 1 es la más acertada, pero no todos los talleres cuentan con el escoplo; en la No. 2 es la más indicada porque cualquier taller cuenta con la maquinaria e instrumentos, en la No. 3, el costo es más alto y se desperdicia material.